

УДК 530.182

ПОРЯДОК В ХАОСЕ НА ПРИМЕРЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ**Бактыбеков К.С., Альжанова А.Е.**

Синергетика – наука о сложном, наука о том, как в хаосе устанавливается определенный порядок, ставящая в качестве своей основной задачи познание общих закономерностей и принципов, лежащих в основе процессов самоорганизации в системах самой разной природы.

Под самоорганизацией в синергетике понимаются процессы возникновения макроскопически упорядоченных пространственно-временных структур в сложных нелинейных системах. Система под воздействием самых незначительных воздействий, или флуктуаций, может резко изменить свое состояние. Этот переход часто характеризуют как возникновение порядка из хаоса.

Интересно, что как в установлении, так и в разрушении порядка огромную роль играют маленькие воздействия (флуктуации). Благодаря этим воздействиям, система в одних случаях приобретает упорядоченность, в других эта упорядоченность, исчерпав себя, разрушается, при этом система попадает в состояние неустойчивости. Смена режимов устойчивости и неустойчивости происходит в системах, где есть подвод вещества, энергии и информации. До развития синергетики наука рассматривала отдельно хаос и порядок, причем основное внимание уделялось именно порядку, ибо его можно описать относительно простыми математическими уравнениями. Синергетика выявляет пути зарождения в хаосе порядка, его поддержания и распада.

В любом явлении есть определенный порядок и хаос, к примеру, сложной системой с хаосом и порядком является любой естественный язык. Филологи хорошо знают, что грамматические закономерности возникают случайным образом, одни случайности «вымирают», а другие, наоборот, приобретают все новых сторонников. Язык – это шум, хаос, в котором есть порядок.

Клеточные автоматы могут претендовать на роль универсального инструмента, позволяющего анализировать и моделировать сложнейшее поведение нелинейных динамических систем.

Клеточные автоматы представляют собой одно из самых красивых и удивительных открытий в области компьютерной математики. Клеточные автоматы, пожалуй, самая яркая модель того, что в философии называют диалектическим самодвижением. В каком-то смысле можно утверждать, что игры клеточных автоматов воспроизводят наиболее существенные свойства эволюционирующей материи. Диалектические идеи философов древности в них предстают в своем овеществленном виде. Самоорганизационные процессы представляют собой одно из ярчайших доказательств справедливости диалектической модели саморазвития материи. На клеточных автоматах можно наглядно проиллюстрировать те принципы, на основе которых из первородного хаоса вселенной рождались упорядоченные структуры нашего мира.

Применение теории клеточных автоматов для исследования сложных динамических систем, в которых важную роль играют диссипативные процессы, является новым направлением их исследования. Клеточные автоматы позволяют описывать сложные механизмы процесса, которые другими методами описаны быть не могут. Иначе говоря, клеточные автоматы – это методика представления задачи, которая ставит перед собой целью разбиение большой задачи на множество дискретных, мелких задач таким образом, что формулировка задачи для одного элемента одновременно является формулировкой всей задачи для всех элементов.

Область нашего исследования лежит в изучении нелинейных процессов, происходящих в открытых системах, установлении в них определенной закономерности и выявлении законов, по которым данная закономерность устанавливается. Почему так актуальны на сегодня данные вопросы? Дело в том, что любая реальная система – открытая, а значит, изучение процессов, происходящих в нелинейных системах, дает нам возможность еще на шаг придвинуться к познанию той реальности, которая нас окружает.

Клеточный автомат – дискретная динамическая система, совокупность одинаковых узлов или клеток, одинаковым образом соединенных между собой.

Отметим основные свойства модели клеточных автоматов: множество состояний узлов конечно, состояние каждого узла обновляется за последовательность дискретных шагов во времени, система тактируемая, взаимодействия узлов локальны, решетка однородная.

По типу эволюции клеточные автоматы классифицируют на четыре класса [1]:

I класс: эволюционируют к однородному в пространстве стационарному состоянию независимо от начальной конфигурации (точка).

II класс: эволюционируют к простым периодическим структурам (цикл).

III класс: представляют сложное хаотическое поведение, зависящее от их начальных условий (странный аттрактор).

IV класс: формируются распространяющиеся конфигурации или стабильные периодические структуры (в зависимости от локальных правил взаимодействия) [2].

Также существуют математические методы исследования нелинейных процессов: мультифрактальный анализ [3], расчет информационной энтропии и условного потенциала взаимодействия. Информационная энтропия вычисляется по следующей формуле:

$$S = -\sum_i p_i \ln p_i$$

где p_i – вероятность для системы оказаться в i -м состоянии [4].

Условный потенциал взаимодействия рассчитывается по следующей формуле:

$$U = \frac{1}{2} \sum_k \sum_{i,j} \frac{q_i q_j}{r_{i,j}}$$

где i, j – индексы компонент пары, k – количество радиусов взаимодействия узлов, на которые можно разбить исходную решетку, q_i, q_j – ненулевые значения узлов, $r_{i,j}$ – расстояние между взаимодействующими узлами клеточного автомата [5].

Мы моделировали вероятностный клеточный автомат в программе MatLab. Энтропию и условный потенциал взаимодействия мы строили в зависимости от шага итерации системы.

По полученным нами результатам можно судить о существующей закономерности в

эволюции энтропии и условного потенциала взаимодействия. Учитывая, что изначально все параметры были заданы случайным образом, мы можем утверждать, что действительно в любом хаосе есть порядок. Энтропия – это мера порядка и хаоса системы, а в нашем случае она растет, насыщается и начинает стремиться к постоянному значению (Рис. 1).

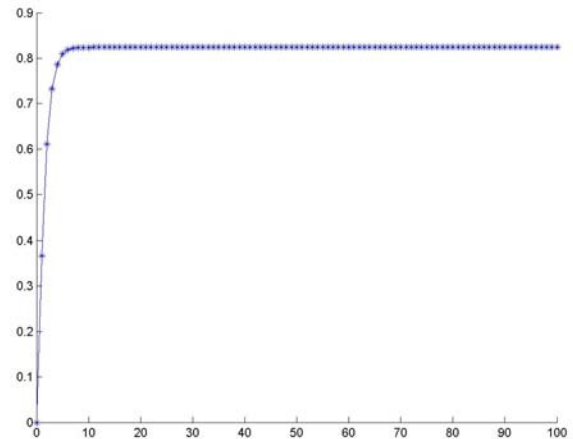


Рис. 1. Изменение информационной энтропии

А условный потенциал взаимодействия тоже имеет свою закономерность в эволюции: сначала положительный, затем принимает отрицательные значения, а потом снова растет (Рис. 2).

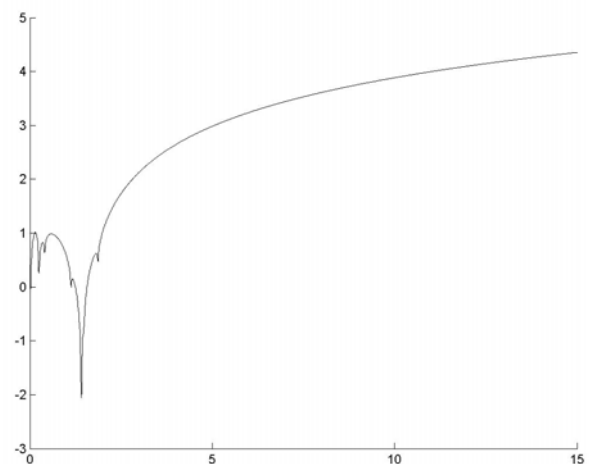


Рис. 2. Условный потенциал взаимодействия

Это говорит нам о том, что в рассматриваемой нами нелинейной динамической системе, заданной случайными начальными параметрами, устанавливается некая закономерность эволюции в зависимости от шага итерации системы – определенный порядок.

Синергетика охватывает все этапы универсального процесса самоорганизации как процесса эволюции порядка – его возникнове-

ния, развития, самоусложнения и разрушения, т.е. весь цикл развития системы в аспекте ее структурного упорядочения. Иными словами, синергетику можно считать наиболее полной, интегральной теорией порядка и хаоса, потому что она исследует различные фазы (уровни) порядка и проявления различной роли хаоса на этих этапах порождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 S. Wolfram. *Rev. Mod. Phys.* (1983) 55 601-644.
- 2 В.К. Ванг. // УФН. 1999. Т. 169. №5. С.481–504.
- 3 Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Москва–Ижевск: НИЦ «РХД», 2001. – 128 с.

4 Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1991. – 240 с.

5 K.S. Baktybekov, S.G. Karstina, E.N. Verdyagina. *Eurasian Phys. Tech. J.* (2004) 1 No.1 19–23.

Түйін

Осы мақалада хаос ұғымы беріледі. Энтропиялар және өзара әрекеттесуші шартты потенциал кез-келген хаостың рет болатыныны дәлелденді. Тәртіп және хаостың өте толық, интегралды теориясы синергетика жайлы сөз қозғалған.

Conclusion

In this article the concept of chaos as order in the case of cellular automata. Our implementation of the conditional entropy and the interaction potential have shown that in any chaos there is order. Synergetics is the most complete, integrated theory of order and chaos.

РАЗВИТИЕ КОЛЛЕКЦИОННО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ФОНДА СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ГЕОГРАФИЯ» КГПИ

Баубекова Г.К., Коваль В.В., Омарова К.И.

Сложная и богатая событиями геологическая история территории Казахстана, в течение которой неоднократно сменялись платформенные условия на геосинклинальные, обусловила широкое разнообразие месторождений полезных ископаемых на территории Костанайской области.

В геологическом строении территория Костанайской области сложена тектоническими структурами разных возрастов и горными породами различных типов – осадочными, изверженными, метаморфическими.

На сегодняшний день Костанайская область является уникальной железорудной, асбестовой и бокситовой базой Республики Казахстан. В регионе сосредоточено 92,6% запасов железных руд (4% от мирового запаса), 98,2% – бокситов, 100% хризотил-асбеста, 81,2% – кобальта, 51,6% – никеля, 4,6% – титана, 3,1% – золота от общих балансовых запасов Республики Казахстан.

Богатство полезных ископаемых, открытие специальности «География» в 2004 году явились первопричинами создания коллекционно-минералогического фонда в КГПИ.

Коллекционно-минералогический фонд необходим при изучении таких дисциплин, как «Геология», «Геоморфология, география и геология месторождений полезных ископае-

мых», «Технико-экономические основы производства».

В работе по созданию коллекционного минералогического фонда активное участие приняли преподаватели кафедры «Биология и география»: кандидат биологических наук, доцент Конысбаева Д.Т., доктор географических наук, профессор Куанышбаев С.Б., старшие преподаватели Баубекова Г.К., Баймаганбетова К.Т., магистры географии, старшие преподаватели Коваль В.В., Омарова К.И. Большую помощь в создании минералогического фонда оказала начальник отдела Госбаланса МТД «Севказнедра» Крылова Т.И.

В январе 2009 года начальнику МТД «Севказнедра» Бекмагамбетову Б.И. было направлено письмо с просьбой оказать помощь в создании минералогической коллекции по Костанайской области. В феврале месяце после положительного ответа Бекмагамбетова Б.И. в действующие ГОК Костанайской области – АО «Костанайские минералы», ТОО «Оркен», АО «ССГПО», АО «Алюминий Казахстана» – были отправлены письма с просьбой оказать содействие в сборе минералов и горных пород для коллекции фонда.

Следующий этап работы заключался в получении минералов и горных пород от горно-обогатительных комбинатов. Немаловаж-